#### TABLA No. 13

## ABASTECIMIENTO DE AGUA

### REDES DE DISTRIBUCION RECOMENDACIONES SOBRE TUBERIAS

Diámetro mínimo de tuberías, en pequeños poblados.	5	cms
" tuberias, en ciudades.	7.5	11
" " Alimentadores secundarios, en alimentadores secundarios de alimentadores		
	20	11
circuitos cerrados.  Espaciamiento máximo de alimentadores principales.	600	mts.
" válvulas de seccionamiento,	400	-
en alimentadores principales.	600	mts.
Conexión de tuberías de relleno a los alimentadores	válvulo	<b>a</b> '
principales:		

#### 4.13 HIDRANTES.

Tomando en cuenta lo tratado al respecto en el inciso 4.4, es conveniente instalar hidrantes para incendio, en los lugares en que la capa cidad de las tuberías lo permita, tomando en cuenta los siguientes dotos:

Presión residual en los hidrantes, cuando se dispone de carro bomba:	0.7	kgs/cm <sup>2</sup>
Capacidad de una bomba de incendio, con toma de 10 cms. de diámetro (4"):	50	Its/seg.
Capacidad de las mangueras de incendio: Sectores residenciales:		Its/seg.
Sectores comerciales:  Presión máxima en las mangueras de incendio:	16	kgs/cm <sup>2</sup>

## 4.14 PROYECTO DE LAS TUBERIAS QUE INTEGRAN UNA RED DE DISTRIBUCION.

Antes de proceder a la integración de una red de distribución de au es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La red de distribución se compone fundamentalmente por alimento

dores primarios, alimentadores secundarios, y tubertas de relleno.

b) Un sistema de distribución de agua, puede proyectarse como -red abierta, o como circuitos cerrados. El primer caso se presenta cuando se abastece a una población formada por unas -cuantas calles dispersas, y los usuarios ocupan lotes de gran -extensión. El segundo caso, corresponde a poblaciones con su perficies por usuario generalmente pequeñas, e integradas en áreas más o menos regulares.

c) Un circuito estará limitado por tubos alimentadores primarios o secundarios, y el área cubier ta generalmente no deberá ser ma yor de 0.50 km² por circuito. El área interior será abastecida por tuberlas de relleno.

d) El diámetro minimo de un tubo alimentador es generalmente de-20 centimetros.

e) El diámetro de las tuberías de relleno puede variar entre 7 y 15 centimetros, dependiendo de la concentración de demandas esperadas dentro del circuito.

f) Las tuberlas de relleno no se toman en cuenta para el cálculode la red, ya que se considera que su función principal es proveer de agua al área interior del circuito, según sus concentra ciones de demanda.

4.15 SECUELA DE CALCULOS PARA EL PROYECTO DE UNA RED DE DISTRIBUCION.

El proyecto de una red de distribución, se realiza generalmente en el siguiente orden:

a) Se calcula la población de proyecto, o sea, la que corresponde al final del período de diseño.

b) Se localizan las zonas residenciales, con sus distintas densidades de población, así como las zonas industriales y comerciales.

c) Se calcular las dotaciones que corresponden a cada sector.

d) Se determinan las demandas máximas horarias de todas las zo-nas que integrarán la red de distribución.

e) Por suma de los valores anteriormente calculados, se determina el gasto medio anual total, y el gasto máximo horario del siste

f) Se determina el sistema general de flujo del agua que se preten de dar al sistema, de acuerdo con las necesidades del proyecto

específico de que se trate, que dependen principalmente:

- f.1.- De la localización de las áreas con fuerte concentración de demandas.
- f.2. De la topografia general del terreno.
- f.3. De las presiones de diseño.
- f.4. De la localización del tanque regulador.
- g) Fijar el trazo para la instalación de los alimentadores principales, por los cuales fluirá el mayor volumen de agua, tomando en cuenta que:
  - g.1.- El flujo del agua es independiente de la topografía del
  - g.2.- El flujo del agua es desde el tanque regulador, o tanques reguladores, hacia los puntos más alejados de la red.
  - g.3.- A igualdad de velocidades en el flujo del agua, las pérdidas de carga son menores entre mayor es el diámetro del tubo, siempre que los tubos tengan el mismo coeficien te de rugosidad.
  - g.4.- Consecuencia de lo anterior, las pérdidas de energia songeneralmente mayores en los tubos de menor diámetro.
- h) Se determina la pérdida total de energia que se puede permitir en el sistema de distribución. Ello depende de:
  - h.1.-La topografia general del terreno.
  - h.2. Las presiones residuales en los distintos puntos del sistema.
  - h.3.-De la energia disponible en el tanque regulador.
- i) Se proponen diámetros de tuberias para los alimentadores principa les y secundarios, los que serán función de:
  - i.1.- La energia que se puede perder por kilómetro de tuberia.
  - i.2.- El gasto que se pretende transportar en cada tramo.
  - i.3.- El coeficiente de rugosidad de cada uno de los tubos que integran el sistema.

- j) Se revisa la red de distribución, para determinar si funciona en forma adecuada, desde el punto de vista hidráulico.
- 4.16 REVISION DE REDES DE DISTRIBUCION.

La revisión de una red de distribución tiene por objeto determinarsi las consideraciones que se hicieron al proyectar la red, permiten que el sistema funcione adecuadamente, desde el punto de vista hidráulico. Se pueden presentar dos casos:

- a) Que se trate de una red abierta.
- b) Que se trate de una red de circuitos cerrados.

En el primer caso, el cálculo se limita a revisar las pérdidas de — energía en los distintos tubos, y verificar que las presiones residua les y los gastos, corresponden a las necesidades de la población en todos los puntos de la red. En todo caso, se pueden proponer modificaciones a la localización de algunos tubos alimentadores, o aldiámetro de los mismos, a fin de obtener un perfil de gradiente más uniforme, o que se ajuste mejor a las necesidades de presiones residuales.

En el segundo caso, se tiene que verificar que el agua fluirá por - el sistema de acuerdo con lo propuesto, lo cual se logra si se comprueba que:

- a) En todo crucero, la cantidad de agua quellega es igual a la que se extrae del mismo.
- b) La pérdida de energia en todos los circuitos, desde su punto más aguas arriba, hasta el más aguas abajo, de acuerdo con el sistema de flujo propuesto, es igual en las dos ramas de flujo que los integran.

La condición a), se debe cumplir con precisión, pues si existe algún error, es en todo caso de carácter numérico, al ir acumulando los gastos sucesivos, según la ley de flujo que se haya propuesto.

La condición b), se debe llevar a una aproximación razonable, ya que depende del cálculo de las pérdidas de energía, las que en to do caso, derivan fundamentalmente de las características de los tu

bos las cuales no se pueden fijar con precisión.

Cuando la diferencia de pérdidas de energia es significativa, se puede recurrir a dos procedimientos:

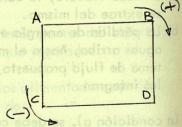
a) Cambiar los diámetros de algunos tubos.

b) Redistribuir los gastos en los distintos tubos que integran los circuitos.

El primer procedimiento solo se emplea, cuando se comprueba que el gradiente de energía muestra cambios tan buscos, que resulta evidente una mala operación del sistema. Pero si se trata de ajustes de pér dida de energía menores, el procedimiento lleva generalmente a soluciones que en la mayoría de los casos significa un aumento de diámetros que normalmente no se justifica, por lo que lo recomendable, es hacer primero una redistribución de gastos.

Un procedimiento que simplifica considerablemente el proceso, esel llamado método de Hardy Cross, o método de aproximaciones suce sivas.

4.17 EL METODO DE CROSS PARA BALANCEO DE CIRCUITOS. Si se cumple la condición de que en un circuito cerrado, ABCD, enel que el agua fluye de A hacia B, las pérdidas de carga son iguales en su rama positiva y negativa, la ecuación que lo indica es:



y expresada en función del gasto:

$$\leq kQ^n_+ = \leq kQ^n_-$$

Pero si existe un desequilibrio, y suponiendo que las pérdidas por --- ABD son mayores que por ACD, para equilibrarlas, se podría transferi

Parte del gasto que va por la primera, hacia la segunda, en un va lor \( \sum \Q\) que determinaria el equilibrio. En este caso, la ecua--ción quedaria en la siguiente forma:

$$\leq K_{+} (Q_{+}^{n} - \Delta Q)^{n} = \leq K_{-} (Q - + Q)^{n}$$

que desarrolándola, de acuerdo con el teorema del los binomios, y conservando solo los dos primeros términos, que son los que dan en este caso valores significativos, tenemos:

$$\sum K_{+} (Q_{+}^{n} - n Q^{n-1} \Delta Q) = \sum K_{-} (Q_{-}^{n} + Q^{n-1} \Delta Q)$$
y resolviendo para  $\Delta Q$  tenemos:

$$Q = \frac{\sum K_{+}Q_{+}^{n} - \sum K_{-}Q_{-}^{n}}{n (\sum K_{+}Q_{+}^{n-1} + \sum K_{-}Q_{-}^{n-1})}$$

$$hf = KQ^{n} \quad y \quad \frac{hf}{Q} = KQ^{n-1}$$

de donde:

$$\triangle Q = \frac{\angle hf - \angle hf-}{n (\angle \frac{hf+}{Q_+} + \angle \frac{hf-}{Q_-})}$$

o sea que:

La corrección necesaria que debe hacerse al gasto de los dos rama les de un circuito, es igual a la diferencia entre la suma de los - gastos del ramal positivo y la del ramal negativo, dividada por "n" veces la suma de las relaciones de pérdida de energía a gasto, en cada uno de los tubos que integran el circuito.

El valor de "n", depende de la fórmula que se emplee para calcu-

lar las pérdidas. Asi, para la fórmula de Manning, n ≥ 2, y para la de Hazen-Williams, n = 1.85.

Para aplicar el método a la revisión de una red de distribución, es conveniente tabular los distintos valores que intervienen, para lo cual se puede elaborar una tabla como la que se muestra (tabla No. 14).

Ya que por este método, se llega a la solución por aproximaciones sucesivas, es conveniente no corregir los gastos, con valores menores de un litro, y cuando la corrección es por varios litros y fracción, eliminar la fracción de litro de las correcciones.

Es también recomendable, eliminar las fracciones de litro al hacer la acumulación de gastos que deberán transportar los alimentadores, ya que su inclusión solamente complica el cálculo, sin aumentar la precisión de los resultados. El tomar en cuenta fracciones de litro como gasto de las tuberías, solamente se justifica con las pequeñas redes de distribución, y con razón solamente en las redes abiertas.

En combinación con el método de Cross, se emplean a veces otros métodos auxiliares, tales como el de secciones, el del circulo, y el del tubo equivalente, éste último para simplificar las redes al disminuir el número de circuitos incluidos en el cálculo. Sin embargo, con una juiciosa distribución de alimentadores y de gastos o caudales, de acuerdo con las recomendaciones que se dieron en los párrafos que anteceden, se puede llegar rápidamente a la solución del problema.

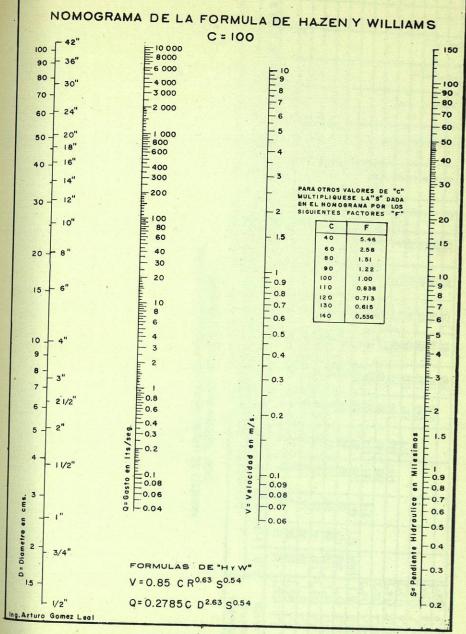
Se agregan al final de estas notas, unas claves para proyecto, muy útiles para localizar rápidamente los alimentadores, así como claves que usan las dependencias oficiales para representar tuberías, válvulas, etc., y algunos otros datos sobre excavaciones, diámetros de tuberías, número de inserciones en tubos de distinto diámetro, etc.

,		D	O B L A C E M A N E M A N C	Adi	7		CLASIF.: Autor: FECHA:								
CUITO	TRAM	0 7	LONG.		DTA GZOM.	COTA TERREN	CARGA O DISPON	. OBSERVACIONES							
				3 60											
			200		0-										
				N I wit			1								
				1,30			• • • • • • • • • • • • • • • • • • •								
				-			9 30								
				+		1000		O DOMESTIC AND ADDRESS OF THE PARTY OF THE P							
		, h		0 16			1 3/4 57								
1			100												

# TABLA Nº 14

	D	EMANI	OA ME	:A10		s s						Dist		ION D						CLASIF. AUTOR:	
IRCU ITO	TRAMO COMUN	LONG.	DIAM PULGS	ETRO CMS.	Q LTS/SEG	hf	hfo Qo	AQ.	ZQ0 COMUN	Q1 LTS/SEG	hf. MILES	hf.	194	COMUN	Q2 LTS/SEG	hf2 MILES	V2 MTS/SEG	COTA PIEZOM.	COTA	CARGA DISPON.	OBSERVACIONES
																	-				
						,															
					-			7 4													
	-																				
			*				-														•
							1.	1	1	11	1	1	T	1	1					3 11 1	
			-	1000			1														
		-		-					100												
				Time of	1				1 -												•
			1	1							1										

100 -- 36" 90 -80 30" 70 60 20" 50 40 12" 30 -10" 20 - 8" 10 . 11/2" Diametro 5 3/4" 1.5 L 1/2" Ing.Arturo Gomez Leal



PRECENTATION CHICATERING

NUMERO DE INSERCIONES QUE PUEDEN ABASTECERSE CON, TUBERIA DE DIFERENTES DIAMETROS

-	To	1	+	+	+	_	+	,	_						
	0 04		1	1											F
1	50 B								1	1	T	+	1	-	F
	47 7 15	+	†	t	+	+	+	+	+	+	+	+	-	(20")       (24")       316       181       114       78       55       20       9       5       64")	
	47		1	1	1	1	1	1							(24") 316 181 114 78 55 20 9 5 3 2 1 C (24") 285 181 123 88 32 15 8 5 3 2 8
	40.6											H	+	-	2
	35.5				I	or Department			1	March State	-	F	-	2	3
	30.4					To the second				-	-	2	2	3	5
	25.4								-	-	2	3	4	5	8
SS	20.3						Ī	F	F	2	4	5	1	6	15
DIAMETRO DE INSERCION EN CENTIMENTROS	15.2						-	2	6	5	8	F	15	20	32
MITA	10.1					-	2	5	٥	15	22	32	42	55	88
CE	8.8				-	-	3	1	13	21	32	44	59	78	123
NO	7.6			F	F	2	5	F	20	32	47	3	88	114	181
ERCIO	6.3		-	-	2	3	80	-8	32	20	74	103	139	181	285
INS	5.0	-	-	2	4	5	15	32	55	88	129	181	243	316	
ODI	3.8	2	က	5	80	1	32	65	114	181	266	371	and Constitution		
METR	3.1	3	5	80	13	18	20	103	181	285	419			And and a second	Tel Work of
DIA	2.5	5	6	15	22	32	88	181	316						
	1.9	1	20	32	47	65	181	371							N.
	.2	32	65	98	127	178	490	000							
	-	(".7	$(2^{\frac{1}{2}})$						1	12")	(14")	16")	( )		
2 4	SE	(12")		(3"	(3½	(4")	(8)	(8)				7		G-100	ALC:
Diametro	en cms	5.2	6.3	7.6	8.8	10.1	15.2	20.3	25.4	30.4	35.5	40.6	45.7	20.8	60.9